

الفصل السادس

علم الوراثة

الوراثة Inheritance

الوراثة هي فرع من العلوم البيولوجية والتي تختص بنقل الصفات الوراثية من جيل إلى آخر. والخلية التناسلية هي المسؤولة عن نقل الصفات الوراثية من الآباء إلى الأبناء خلال الجينات المحملة على الكروموسومات.

علم الوراثة:

هو العلم الذي يبحث في أسباب التشابه والاختلاف بين الأفراد المتصلة النسب بمعنى أنه يبحث في أسباب ونتائج التشابهات والفرق في الصفات بين الأفراد الذين تربطهم صلة القرابة ويوضح العلاقة التي توجد بين الأجيال المتعاقبة وتنقسم الصفات الوراثية إلى:

(أ) صفات وصفية: وهو لون الشعر ولون العينين.

(ب) صفات كمية: مثل الطول والقصر والوزن وكمية إدرار اللبن.

واتحصرت العلاقة بين جيل وآخر على خطين فقط هما الجاميطة المذكرة والجاميطة المؤنثة حيث أن هاتين الخليتين هما حلقة الاتصال بين الآباء والأبناء.

الجينات: Gene (Traits) or genome

- قد وضع العالم جونسن Johanssen عام ١٩٠٩ معنى كلمة الجينات على أنها الوحدة الأساسية في الوراثة. حيث أن الصفات الوراثية تحدد وتعين بعوامل معينة.
- كل جين يوجد في مكان معين على الكروموسوم يسمى الموقع locus ويمثلا طولياً على الذراع الكروموسومي.
- تحتوي على معلومات كافية للإنتاج حمض الريبوزي (RNA) الذي يوجد بصورة مختلفة ومنها حمض الريبوزي السافر (mRNA) والذي يقوم بإنتاج بعض الإنزيمات والبروتينات والتي تدخل وتشارك في تكوين الأفراد وبعض الأحماض الأمينية الخاصة لتكوين بعض البروتينات.
- كل جينين أو أكثر يسمى أليل Allelomorphs.
- كل جينين أو أكثر يحتلان موقعا واحداً في الكروموسومات المتشابهة أو المتماثلة Homologous chromosomes ويحتويان على صفة واحدة مشتركة يسمى بالآليل Alleles.
- الجين الذي يمكن التعبير عن نفسه يسمى بالجينات السائدة Dominant genes أما الجينات التي لا تستطيع التعبير عن نفسها تسمى الجينات المتنحية Recessive genes.
- يمكن للجين أن يتضاعف.

- يمكن للجينات تبادل المواد الوراثية بين كروموسوم وآخر عن طريق التقاطع أو التصالب الكروموسومي Crossing over.

- ينتج الجين كثير من الإنزيمات التي تؤثر على جميع العمليات الحيوية في الخلية.

- يتكون الجين من البروتينات النووية nucleoprotein والتي تشمل على الأحماض النووية (دنا، رنا) والبروتينات (الهستونات ولاهستونات والبروتامين).

- يتكون الجين من مادة دنا والتي تحتوي على:

Pentose sugar (Deoxyribose)	(١) جزيئى السكر دى لوكسريبوز
Phosphoric acid	(٢) مجموعة الفوسفات
Nitrogenous Bases	(٣) القواعد النيتروجينية

والقواعد النيتروجينية تشمل على:

	Pyrimidine	ويشمل على:	- البيريميدين
Thymine		الثايمين	
Cytosine		السايتوزين	
	Purine	ويشمل على:	- البيورين
Adenine		الأدينين	
Guanine		الجوانين	

عند اتحاد القواعد النيتروجينية بجزيئى السكر يسمى المركب الناتج بالنيكلوسيد Nucleoside وعند اتحاد النيكلوسيد مع مجموعة الفوسفات يسمى الناتج بالنيكلويد Nucleotide ومجموعة هذه النيكلويدات تكون مادة دنا DNA.

Mendel's Law's of Inheritance

- يعتبر العالم جوهان مندل البورثر الأصل Brunn من تشيكوسلوفاكيا من العلماء المشهورين في علم الوراثة وهو الذي وضع الأسس والقوانين في علم الوراثة و هو أول من أضاء الطريق أمام غيره من العلماء.

- ولد في ٢٢ يوليو لعام ١٨٢٢ وتخرج في التعليم حيث درس علم الفيزياء والعلوم الطبيعية.
- وقد قام بعدة دراسات تهجينية بين بعض النباتات والأشجار مثل أشجار الفواكه، الزهور، الخضراوات وخصوصاً نبات بسلة الزهور وقد فحصها بدقة وعناية وقد استنبط القوانين التي تحكم نقل الصفات من الآباء إلى الأبناء.

اعتبارات مندل: Mendel's considerations

- في التجارب العملية لعندل أعتمد في الدراسات التهجينية له على عدة عوامل في اختيار النبات أو العينة المناسبة للتجارب العملية وهي:

- التنوع: Variation

يحتوي النبات على عدة صور مختلفة.

- التكاثر: Reproduction

لابد ان يتكاثر الكائن الحي تكاثراً جنسياً بإتحاد الخلية الجنسية الذكرية والأنثوية حيث ان في هذا النوع يحتوي الجنين على معظم الصفات الوراثية من الأب والأم.

- التحكم في الجماع: Controlled mating

أن يكون الكائن الحي قائراً على عملية التزاوج تحت ظروف معينة ومخططة ومحكمة.

- قصير دورة الحياة: Short life cycle

يحتوي على دورة حياة قصيرة.

- إنتاج أعداد كبيرة من الأجيال: Large number of off springs

أن ينتج الكائن الحي أعداد كبيرة من الأجيال بعد كل تزاوج متتابع.

مادة أو خامه مندل: Mendel's Material

- قد أختار العالم مندل نبات بسلة الزهور pea (Pisum sativum) على أنها أحسن النباتات المستخدمة

في التجارب الهجينية للأسباب المتضادة الآتية:

(١) منها النباتات الطويلة والقصيرة.

(٢) لها تلقح ذاتي بالرغم أن لها تلقح خلطي.

(٣) منها الأخضر والأصفر اللون.

مبادئ علم الوراثة الخلوية و الأنسجة والأجنة

(٤) الحبوب منها العلماء والأخرى مجمدة.

(٥) الأزهار ملونة أو عديمة اللون.

وقد لفتح مثل نباتات لها إحدى هذه الصفات بأخرى لها صفات مضادة. وقد قام بعمل ذلك بعد إزالة أعضاء التذكير من الزهرة ليمنح التلقيح الذاتي ثم وضع على ميسم هذه الزهرة حبوب لقاح زهرة أخرى لنبات له صفة مضادة. وعندما حملت الزهرة الملقحة حبوبا. قام بزرع هذه الحبوب وتابع نوعين هذه النباتات الناتجة الخليط أو المهجنة. كما في شكل (٦-١)

طريقة مندل: Mendel's procedure

- قام مندل بعملية تلقيح بين نبات البسلة والطويل النقي وحبوب لقاح من نبات بسلة قصير القامة نقي.
- وقد وجد أن أفراد الجيل الأول (F_1) First generation هو نبات طويل القامة خليط Hybrid.
- ثم قام مندل بتلقيح أفراد الجيل الأول مع بعضها البعض تلقيا ذاتيا (F_1) Self pollination أو التلقيح الرجعي Crossing hybrids ليعطي أفراد الجيل الثاني نباتات طويلة هجينة ونباتات قصيرة نقية حيث أنه لم تظهر في أفراد الجيل الأول ونباتات طويلة نقية.
- وكانت النتيجة التي توصل إليها مندل بعد عدد من التجارب في هذا المجال بأن أفراد الجيل الثاني (F_2) تكون على النحو التالي ٣ طوال ١ قصير أي ٣ : ١.
- عرف مندل بأن عامل الطول في هذه التجربة هو الصفة السائدة Dominant بينما عامل القصر فهو الصفة المتنحية Recessive.
- استخدم مندل كتابة الحروف الكبيرة Capital للدلالة على الصفات السائدة.
- استخدم مندل الحروف الصغيرة Small كرموز للصفة المتنحية ، فاستخدم الصفات السائدة أحرفا كبيرة T/T والمتنحية أحرف صغيرة t/t .

- وبناء على النتائج التي حصل عليها العالم مندل وضع بعض الأسس والقوانين الوراثة وهي:

(١) القانون الأول (أنزل الصفات) Law of segregation

(٢) القانون الثاني (التوزيع الحر) Law of independent assortment

صفة الميمنة Dominant character

- وهو عندما يحدث تزاوج أو إخصاب خلطي بين نبات البسلة في زوج واحد فقط من الصفات المتضادة فإن هذا يسمى أحادي التهجين Monohybrid فعندما يحدث تهجين بين نبات البسلة الطويل الساق Tall مع نبات البسلة القصير الساق Dwarf فإن أفراد الجيل الأول (F_1) First filial generation كلهم

مبادئ علم الوراثة الخلوية و الأنسجة والأجنة

يكونوا من النوع الطويل وهذا ما يسمى بالسيادة التامة للصفات Dominant character وعدم ظهور صفة القصير نهائيا.

وبناء على هذه النتائج يكون قانون مندل للسيادة Law of Dominance هو:

عندما يحدث تهجين بين نباتات (كائنات) (Homozygous) ذو زوج واحد من الصفات المتضادة فإن صفة واحدة فقط من هذا الزوج هي التي تظهر في أفراد الجيل الأول (F₁) First filial generation.

التوارث البيني (المتوسط):

Incomplete dominance (Intermediate inheritance)

- في بعض الحالات التي لا يكون فيها أحد الجينات سائدة سيادة كاملة على الآخر ويكون النمط الظاهري للكائن مختلف الجينات. تظهر صفات متوسطة بينية.

- فمثلا عندما تتحد نبات اليملة الحمراء اللون (RR) مع نبات اليملة البيضاء اللون (WW) يكون أفراد الجيل الأول F₁ المهجنة (RW) مختلفة الجينات ولونها وردية اللون (pink).

- في بعض الحالات في سلالات الدجاج وينتج من تهجين سلالة سوداء اللون مع سلالة بيضاء اللون مبرقشة سلالة ليست رمادية اللون، ولكن ينتج لونا مختلفا يسمى الأزرق الاندلسي.

- وإذا هجن أفراد الجيل الأول F₁ فإن نسبة سلالة الجيل الثاني F₂ هي ١ : ٢ : ١ في الألوان في حالة زهور أو نبات اليملة تكون النسبة:

واحد أحمر : ٢ وردي : واحد أبيض

وفي حالة سلالة الدجاج تكون النسبة:

واحد أسود : ٢ أزرق : واحد أبيض على التوالي كما في شكل (٦-٢) .

المشاركة السائدة: Codominance

وهي تعني أن صفات السلالات السائدة والسلالات المتنحية تتضاهر وتتحد جنبها إلى جنب في أفراد الجيل الأول F₁ لتنتج أفراد مهجنة خليطة الصفات.

ومثال على ذلك أيضا عند اتحاد أو تهجين ماشية ذات فراء أحمر مع ماشية ذات فراء أبيض يكون أفراد الجيل الأول المهجنة ذات فراء وردي اللون (roan coat).

القانون الأول لمندل (قانون الأنعزال)

Mendel's First Law (Law of Segregation)

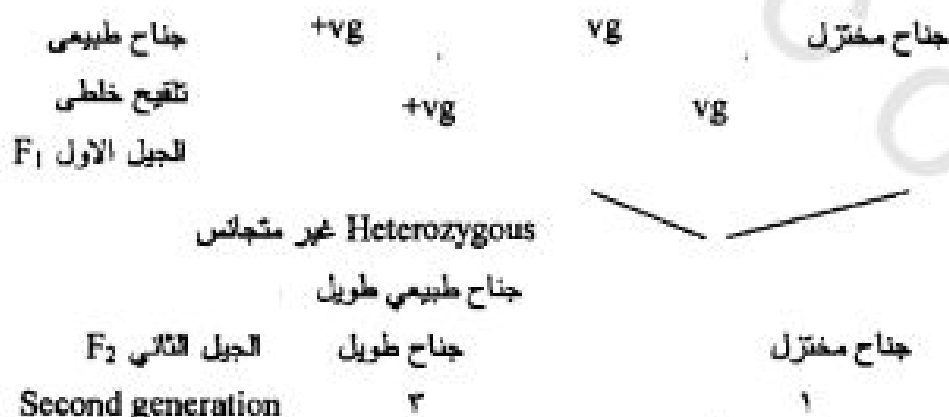
ينص قانون الأنعزال أو السلالات النقية على الآتي:

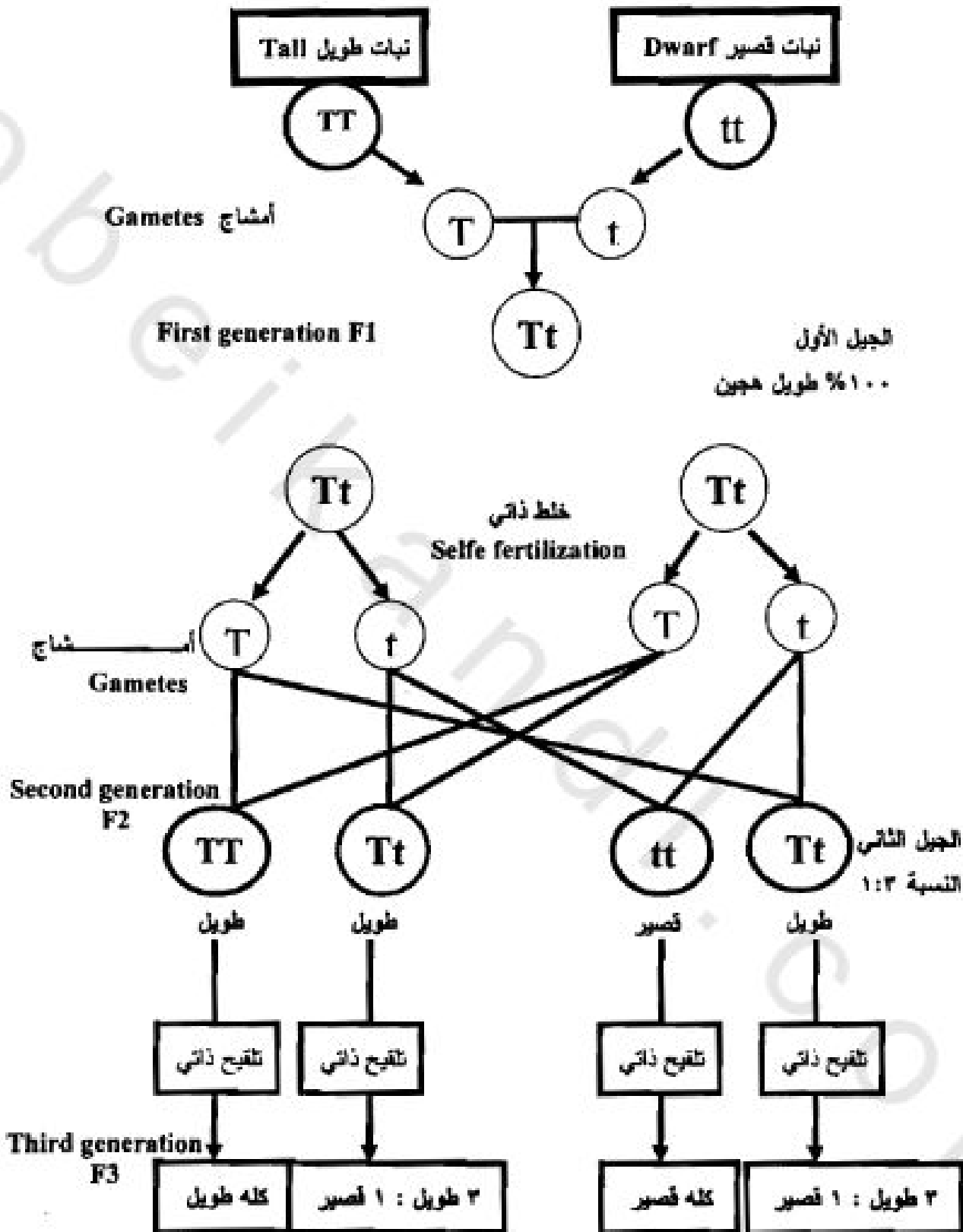
إذا تزوج فردان بهما زوج من الصفات المتضادة Two contrasting characters السائدة والمتحية تبقى هذه الصفات دون مزج أو تلوث أثناء تكوين الأمشاج بين بعضها البعض وينفصلان وينتج الفرد الجيل الأول يحمل صفة أحد الأبوين وتختفي الصفة الأخرى. وتورث الصفتان معا في أفراد الجيل الثاني بنسبة ٣ : ١

والدراسة التهجين الذي يشتمل على زوج واحد من الصفات والذي يسمى تهجيناً أحادياً Monohybrid ويمكن التهجين بين نبات طويل ونبات قصير وتسمى هذه الصفات بالصفات الظاهرة Phenotype وصفات وراثية والتي يرمز لها برموز حرفية وهي كبيرة وصغيرة وهي تسمى الأنواع الجينية Genotype. ويمكن تمثيل هذا التهجين الأحادي لنبات طويل الساق ونبات قصير الساق كما بالمخطط التالي

ومثل آخر لتطبيقات قانون الأنعزال لمندل بعض التجارب العملية التي أجريت على ذبابة الدروسوفيلا Drosophila بواسطة عالم مورجان Morgan عالم الوراثة والذي أقم تجربته كالآتي:

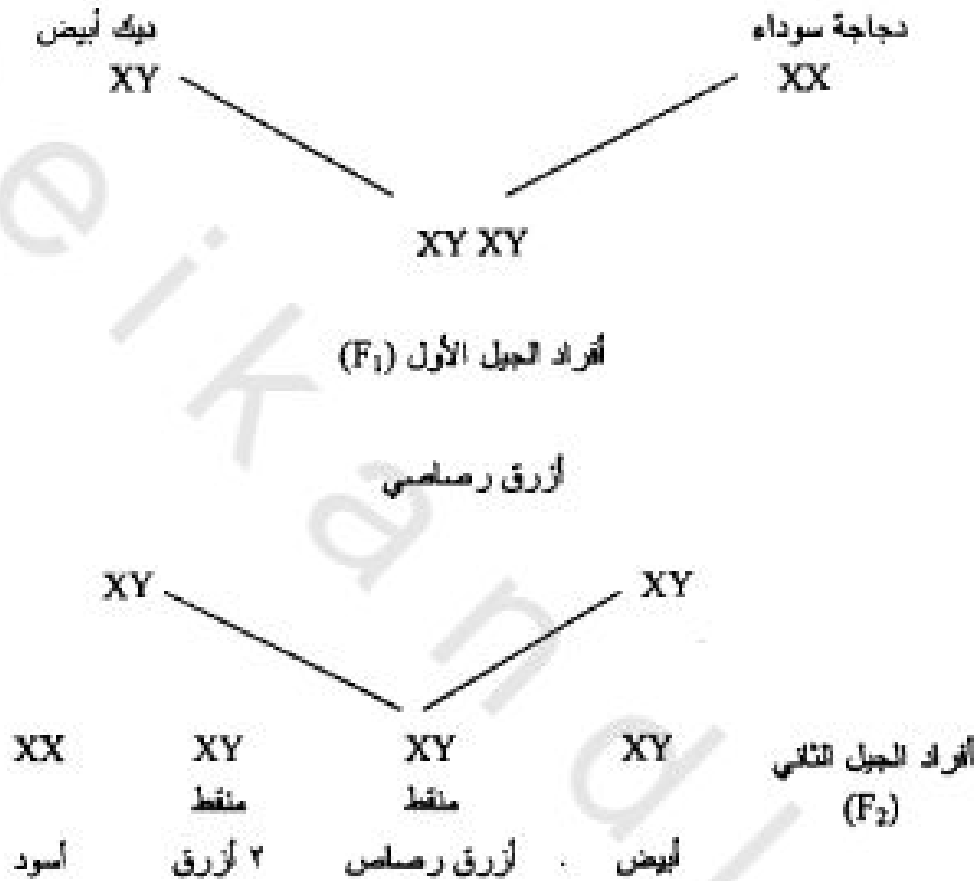
- بين ذبابة الدروسوفيلا ذو جناح مختزل Vestigial.
- وذبابة الدروسوفيلا ذو جناح طبيعي Normal.
- وقد هجن بين الاثنين (حيث أنه في هذا التهجين صورتان مختلفتان نفس صفة الجناح ويعرف للنسل الناتج بإسم الهجين الأحادي Monohybrid وتعرف الصورتان المختلفتان نفس الصفة بإلها زوج من الصفات الأيلومورفية Allomorphic characters).
- وبذلك يمكن القول بأن صفة الجناح المختزل vg والجناح العادي +vg هما جنينين يكونان زوج واحد من الأليلات alleles أي أن الجين vg هو أليل للجين +vg

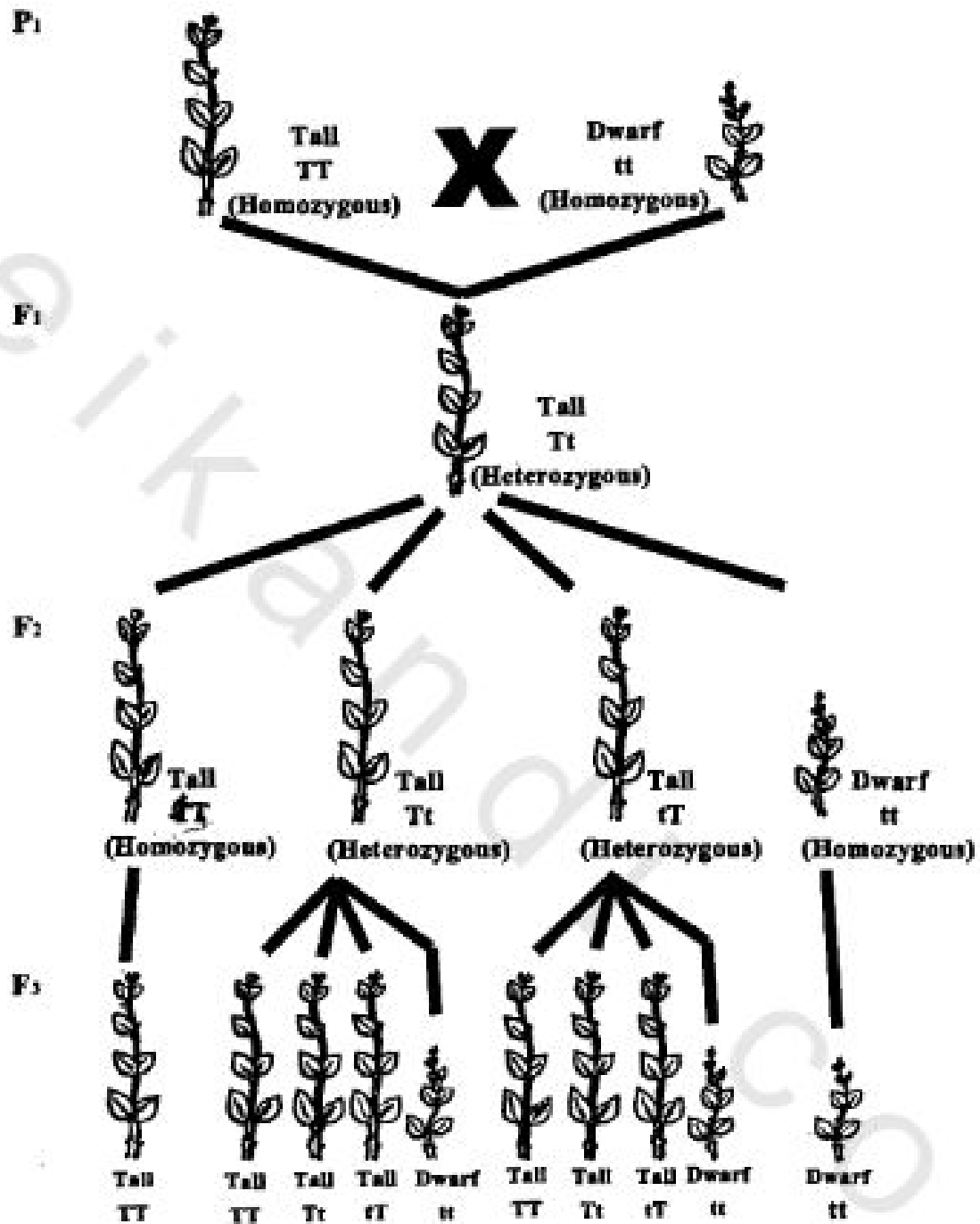




هناك حالات غير مندلية:

- عندما يتزاوج ديك أبيض مع دجاجة سوداء ينتج أفراد الجيل الأول لونه أزرق رصاصي.
- إذا تزواج أفراد الجيل الأول مع بعضهما البعض ينتج أفراد الجيل الثاني F_2 بنسبة أسود : أزرق : رصاص : أبيض وهي سيادة غير تامة





A Cross between a tall (TT) and a dwarf (tt) pea plant and their offsprings of F₁ and F₂ generations.

(شكل ١-٦)

القانون الثاني لمندل (قانون التوزيع الحر للعوامل)

Mendel's Second Law

(The law of independent assortment of genes or random assortment of genetic factors)

ينص القانون الثاني لمندل على الآتي:

- عندما يوجد زوجان أو أكثر من الصفات المتضادة معا في هجين، فإن الهلات أو بدائل الأزواج المختلفة تتوزع عن بعضها البعض مستقلة أثناء تكوين الأمشاج وتظهر في الأجيال الأخرى.
- ويمكن توضيح التهجين بين زوجان من الصفات المتضادة في هجين كما في نبات البسلة الطويلة وذات بذور صفراء اللقطة وأخرى قصيرة وذات بذور خضراء اللقطة فإن نبات الجيل الأول تكون كلها طويلة وذات بذور صفراء اللقطة.
- ويمكن توضيح ذلك بشكل تخطيطي:

Parents phenotype	AA/BB Tall yellow	aa/bb dwarf green
Genotype	all A B crossing hybrid	
F ₁	A/a	B/b

Gametes	A/a	B/b	A/a	B/b
	AB	Ab	aB	ab

Sperm

Egg

	AB	Ab	aB	ab
AB	A/A طويل نقي أصفر	A/A طويل نقي أصفر	A/a طويل خليط أصفر نقي	A/a طويل خليط أصفر خليط
Ab	A/A طويل نقي أصفر	A/A طويل نقي أخضر نقي	A/a طويل خليط أصفر خليط	A/a طويل خليط أخضر نقي
aB	A/a طويل خليط أصفر نقي	A/a طويل خليط أصفر خليط	a/a قصير نقي أصفر نقي	a/a قصير نقي أصفر خليط
ab	A/a طويل خليط أخضر نقي	A/a طويل خليط أخضر نقي	a/a قصير نقي أصفر خليط	a/a قصير نقي أخضر نقي

وبذلك تكون النسبة بين الثبات الطويل الأصفر والثبات القصير الأخضر هي كالتالي ٩ طويل أصفر : ٣

طويل أخضر : ٣ قصير أصفر : ١ قصير أخضر

٩ : ٣ : ٣ : ١

وهذا المربع يسمى مربع بنت.

أهمية قوانين وظواهر مندل هي:

- تحسين السلالات الحيوانية مثل الماشية والأغنام والدواجن Poultry of Cattle.
- تحسين الحاصلات الزراعية الغذائية للإنسان مثل القمح والأرز وإنتاج سلالات متميزة مهيمنة.
- تحسين النسل البشري Eugenie's بالاختيار الجيد الموفق للأزواج والبعاد عن زواج الأقارب سواء كان للزوج أو للزوجة الأقوياء صحياً ظاهرياً أو داخلياً حسب قول الرسول صلى الله عليه وسلم في الحديث الشريف "تخيروا لنطفكم فإن العرق شاس".
- ولا يحبذ زواج الأقارب حتى لا تظهر وتقوى العوامل الوراثية الضعيفة في الأجيال القادمة من الآباء إلى الأبناء.

هناك بعض العبارات العلمية Terminology

التركيب الوراثي:

وهو صفة أو عدة صفات. وهو مجموعة من الجينات التي يحملها الفرد سواء كانت لصفة واحدة أو عدة صفات ويعبر عنها بالحروف الأبجدية وهذا التركيب الوراثي هو الذي يحدد ويؤثر على الشكل الظاهري.

الشكل الظاهري: Phenotype

وهو صفة أو عدة صفات للفرد تحدد شكله ومعاله الخارجية ويعبر عنها بالطول أو القصر أو اللون أو غيره من الصفات.

التقوية: Epitasis

وهو التفاعل بين الجينات المختلفة بعضها والبعض وإن جين من هذه الجينات يوقف عمل الجين الآخر ويلغي تأثيره وتعبيره.

الجين المميت: Lethal genes

بعض الجينات لا يكون لها تأثير واضح على الشكل الظاهري للحيوان ولكن بعض الجينات لها تأثير خطير على الكائن الحي مما قد يؤثر على حياته ويؤدي إلى الوفاة.

التداخل الجيني: Gene interaction

يكون هناك كثير من الجينات تؤثر على بعضها البعض في إظهار بعض الصفات أو اختفائها وقد يكون بعض الجينات لها تأثير معين في إظهار صفة معينة قبل إظهار لون العين ولكن يكون لها تأثير آخر في إظهار بعض الصفات الأخرى أو قد يكون هناك جين في موضع معين يمنع أو يحجب التعبير الجين آخر في موضع آخر.

تعدد الأليلات (البدايل): Multiple Alleles

إن البدائل أو الألياف هي صورة بديلة للجين وقد يحتل البدل المتمائل أو غير المتمائل نفس مكان الجين المشابه له على الكروموسوم وليس كل الكروموسومات يحدث لها ذلك وفي نفس الوقت وقد يؤثر أكثر

مبادئ علم الوراثة الخلوية و الأنسجة والأجنة

من جينين بدليلين على نفس الصفة مثل مجموعة البدائل المتعددة والتي قد تؤثر على لون الفراء في الأرنب. γ البدائل والأليلات المختلفة هي: للون العادي $2c$ ، لون تشنشيلا c^{ch} ، لون الليهمالايا c^h للون الأبيض c^b .

وتكون الأربع بدائل سلسلة سيانته يكون c هو السائد على جميع الأليلات. يكتب الأليل السائد على اليسار والمنحلى على اليمين.

العائلات الجينية:

- يعتقد الأكسجين في معظم الجينات في كل من بدائيات النوى Prokaryotic ومميزات النوى تكون موجودة في نسخة واحدة فقط لكل هيئة جينية أحادية ولكن هناك عددا من الحالات الهامة التي تحتوي فيها كل هيئة جينية أحادية على اثنين أو أكثر من الجينات قد تكون إما مطابقة أو شديدة التماثل من بعضها البعض بالنسبة لتتابعات النيكلوتيدات وهذه المجموعة الجينية تسمى بالعائلات الجينية.
- إن الجينات في هذه العائلات قد تنشأ من تكرارات من تتابع سلف مشترك.
- في بعض الأحيان تبقى الجينات المكررة متجمعة مع بعضها البعض.
- وفي حالات أخرى ينقسم ارتباطها وتقع على كروموسومات مختلفة.
- ومن الأمثلة لهذه العائلات للجينية: جينات الهيموجلوبين، جينات توافق الأنسجة جينات R ، D ، A ، الجينات التي تحدد جوبيولينات المناعة.
- ومثال لهذه العائلة هو جينات الهيموجلوبين.

جينات الهيموجلوبين:

- والهيموجلوبين (البحمور) (المادة الحاملة للأكسجين في الدم في الفقاريات العليا) هو مثلمر رباعي له تركيب عام X_2Y_2 حيث أن Y و X هم اثنان من سلاسل الجلوبيين الست المعروفة ومنها ϵ ، γ ، β ، α ، ξ .
- والنوع المعروف من الهيموجلوبين البالغ يحظى بالتركيب $\beta_2\alpha_2$ ويعرف باسم HbA ويعرف طرز فرعي من الهيموجلوبين البالغ $\alpha_2\beta_2$ ويسمى HbA_1 .
- والهيموجلوبين الجنيني الأكثر شيوع هو HbF يكون من $\alpha_2\gamma_2$ والسلاسل الجينية ξ توجدان فقط في الأسابيع الأولى من الحياة الجنينية.
- والعلاقات التطورية بين سلاسل الجلوبيين الأربع ألفا، بيتا، سيجما، وجاما للهيموجلوبين قريبة جدا من بعضها البعض، فالهيموجلوبين الذي يوجد في أنسجة العضلات والأنماط المختلفة من الميوجلوبين قد تنتج من سلف جيني واحد. والة قد تكرر وانتج نسخ متكررة واستمرت و انتجت جين الميوجلوبين الحديث والذي يستمر وينتج سلسلتا الهيموجلوبين β ، γ وأكثرهما قربا من بعضهما البعض.

الجينات المرتبطة بالجنس: Sex-linked gene

- جميع الجينات المحمولة على الكروموسومات الجنسية X، Y تسمى الجينات المرتبطة بالجنس.
- ومعظم الجينات المرتبطة بالجنس مثل الهيموفيليا Hemophilia، وعمى الألوان color blindness هي جينات متنحية recessive كما في شكل (٦-٣) .
- ومن الصفات المرتبطة بالجنس وهي الألوان فقد اكتشف العالم توماس مورجان في الدروسوفيليا عام ١٩١٠ بأن لون العيون الطبيعية لحشرة الدروسوفيليا هو اللون الأحمر ولكن تحدث طفرات في اللون الأبيض، وأن من المعروف أن جينات لون العين المحمولة على الكروموسوم X.
- فإذا تم تلقيح بين ذكر ذى عيون بيضاء X مع أنثى ذات عيون حمراء فيكون أفراد الجيل الأول F_1 كلهم ذات عيون حمراء حيث أنها هي الصفة السائدة.
- وإذا تزوج أفراد الجيل الأول F_1 فيما بينهم فكل أنثى الجيل الثاني F_2 ذات عيون حمراء. نصف الذكور ذات عيون حمراء ونصف الذكور الآخر ذات عيون بيضاء.
- ولا تظهر للأنثى أي عيون بيضاء في هذا الجيل وتظهر الصفة المتنحية (البياض) في الذكور فقط في الجيل الثاني.
- وفي حالة الإنسان عندما تكون الأم هي الحاملة عرض العمى اللوني والاب طبيعياً فسوف يكون نصف الأولاد مصاباً بعمى الألوان، أما البنات فلا تصاب.
- عندما يكون الأب ذو عمى اللون والأم حاملة فقط، يكون نصف الأولاد ونصف البنات مصاباً بعمى الألوان.
- عمى اللونين الأحمر والأخضر، والتي يكون فيها اللون الأحمر والأخضر غير مميزين بدرجات متفاوتة. والرجال غير القادرين على تمييز الألوان يفوقون النساء ذوات عمى الألوان.
- عندما يكون هناك عمى ألوان في النساء فإن أبائهم يكونون ذو عمى الألوان.
- أيضاً صفة سيولة الدم أو الهيموفيليا Hemophilia فهو خلل في عملية تجلط الدم وذلك يرجع إلى نقص في إنزيم الثرومبوبلاستين والخاص بتجلط الدم

وهناك نوعان من الهيموفيليا هما:

(١) هيموفيليا أ Hemophilia A

تتكون نتيجة للنقص في الجزييلوجين للهيموفيليا المضادة.

(٢) هيموفيليا ب: Hemophilia B

وهي تتكون نتيجة للنقص في إنزيم الثرومبوبلاستين في البلازما.

تحديد الجنس

Sex Determination

هناك دراسات مختلفة نحو تحديد جنس الجنين في كثير من الحيوانات وقد قام عدة علماء بالقيام في دراسة هذا المجال ومنهم هو العالم ماك لونج على البقرة (نصفية الأجنة).

- وجد ماك لونج أن البقرة تحتوي على نوعين من الحيوانات المنوية أحدهما يحتوي على كروموسوم إضافي لعند الفرد للمجموعة الكروموسومية ولا يوجد هذا الكروموسوم الإضافي في الحيوان الآخر.
- ينتج من اتحاد الحيوان المنوي الذي يحتوي على كروموسوم إضافي مع البويضة زيجوت (بويضة مخصبه) أنثى.

- بينما ينتج الحيوان المنوي الذي ينقصه هذا الكروموسوم الإضافي باتحاد مع البويضة زيجوت (بويضة مخصبه) ذكراً.

- وهناك نوعان من الجاميطات (الخلايا الجنسية):

- (١) وهي جاميطات ذكرية غير متجانسة أو غير متشابهة Heterogametic males.
- (٢) جاميطات أنثوية غير متجانسة أو غير متشابهة Heterogametic females.

الجاميطات الذكرية غير المتشابهة

Heterogametic males

- أن بعض الخلايا الجنسية قد تنتج حيوانات منوية تحمل كروموسومات جنسية X وأخرى تحمل Y وأن هذه الحيوانات قد تتحد مع بويضات تحمل أيضاً X فيكون اتحاد الحيوان المنوي X مع البويضة X ينتج أنثى XX وهذه متشابهة أي جاميطة متشابهة أو متجانسة Homogametic female بينما قد يتحد حيوان منوي يحمل Y مع بويضة تحمل X فيكون الناتج XY ويكون الناتج ذكراً ويكون الناتج الجاميطة غير متشابهة أو غير متجانسة Heterogametes male.

وهناك أنواع كثيرة من كروموسومات الجنس متشابهة ومختلفة وتأخذ صوراً مختلفة ومن أمثلة كروموسومات الجنس هي:

- نوع : (XX - XO)

مثل البقرة (نصفية الأجنة) التي درسها العالم ماك ونج ١٩٠٢ وبعض أنواع من الجراد.

- وجد أن الأنثى تحتوي على عدد اثنين X كروموسوم (XX) أي أنها متشابهة أو متجانسة Homogametic female.

مبادئ علم الوراثة الخلوية و الأنسجة والأجنة

وان الذكر يحتوى فقط على كروموسوم واحد ولا يحتوى على الآخر وبالتالي يرمز له (XO) أي غير متشابه أو متجانس Heterogametic male.

- نوع (XX - XY)

وهذا النوع موجود في الإنسان وبعض الحيوانات الثديية والحشرات مثل الدروسوفيل.

- والأنثى في هذا النوع تحتوى على عدد اثنين من كروموسومات الجنس XX وتسمى

Homomorphic x chromosomes أي أنها متشابه أو متجانسة Homogametic female

- وأما الذكر فإنه يحتوى على XY اثنين من كروموسومات الجنس غير متشابه أو متجانسة

Homogametic female.

- وبالتالي فإن نوع جنس الجنين يعتمد على نوع الحيوان المنوي.

- فإذا أخذ حيوان منوي يحتوى على كروموسوم الجنس X مع البويضة التي تحتوى على كروموسوم

الجنس X أيضا فيكون الناتج أنثى Homogametic XX^o

- أما إذا أخذ حيوان منوي يحتوى على كروموسوم الجنس Y مع بويضة X فيكون الناتج البويضة

المخصبة (الزيجوت) ذكراً XY ويكون غير متشابه Heterogametic male

الجاميطات الأنثوية غير المتشابهة

Heterogametic Females

- هناك أنواع من الجاميطات الأنثوية الغير متشابه ويرمز لها برموز أخرى W, Z حتى لا يحدث تداخل

بين هذا النوع والأنواع السابقة في الذكر. ومن أهم هذه الأنواع هي:

١- نوع أو نظام (ZO-ZZ)

- ويوجد هذا النوع في بعض الفراشات والفراخ.

- والأنثى في هذا النوع تحتوى على كروموسوم واحد Z في الخلايا الجسمية لها ولا تحتوى على أي

كروموسوم آخر وتسمى (ZO) وتسمى حينئذ Heterogametic female

- يكون الذكر فيه يحتوى على كروموسومين الجنسي ZZ ويكون فيه متشابه أو متجانس

Homogametic male.

٢- نوع أو نظام: (ZW-ZZ)

- ويحدث هذا النوع في بعض الحشرات أو الأسماك والزواحف والطيور.

- تحتوى الأنثى على كروموسوم الجنس Z واحد والآخر W وبذلك تحتوى الأنثى على ZW وهي غير

متشابه أو متجانسة في كروموسومات الجنس Heterogametic female

- أما للذكور فإنه يحتوي على كروموسومين من النوع Z وبذلك يرمز له ZZ متجانس أو متشابه في كروموسومات الجنس Homogametic male.

وبتوضيح الصور المختلفة لأنواع كروموسومات الجنس في كثير من الحيوانات الفقارية واللافقارية يمكن تحديد جنس الجنين كالآتي:

(١) بواسطة جسم بار Barr body

- والذي اكتشفها العالم بار وبيرنرام عام ١٩٤٩ حيث وجد أن جسم كروماتيني داكن الصبغة أوضح في الخلايا العصبية في أنثى القطط بينما غائبة في الذكور ويسمى جسم بار، وهي موجودة فوق للنواة.

- وتصبح أيضا بواسطة صبغة فولجن في المرحلة التمهيدية للنواة interphase nucleus وهي صبغة داكنة ذو لون بنفسجي.

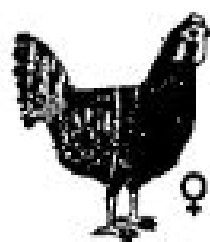
(٢) بواسطة استخدام بعض الجينات الخاصة بالجنس (X أو Y)

مستخدما مادة الالفين بيوتين Avidin Biotin وهي مادة فلوريسية تتصاق بالجين الخاص للجنس probe لتوضيح كروموسومات الجنس X أو Y حسب نوع الجين المستخدم.

(٣) بواسطة التحليل الكروموسومي: Chromosomal analysis

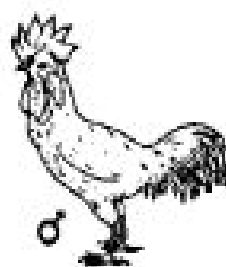
عن طريق تحديد كروموسوم الجنس وعمل الأيدوجرام أو الكريوتيب Karyotype.

P₁



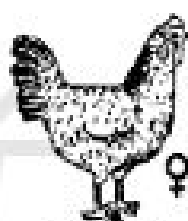
Black BB

X

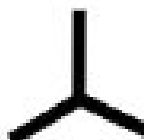


Splashed white bb

F₁



Blue Bb

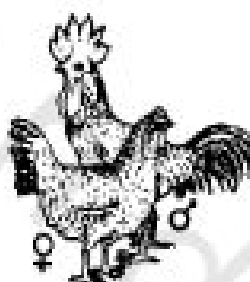


Blue Bb

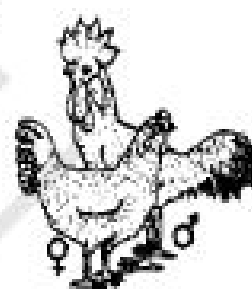
F₂



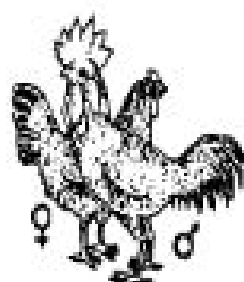
Blue BB



Blue Bb



Splashed white bb



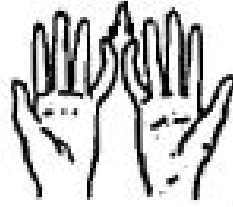
Blue Bb

A monohybrid cross between black and splashed white Andalusian fowl showing the incomplete dominance.

شكل رقم (٦-٢)



Recessive



Dominant

**dark hair
frackles
dimples**

**blond hair
no frackles
no dimples**

no hair



Recessive

hair



Dominant



Dominant



Recessive



**No roll
of
tongue**

Recessive



**tongue
rolling**

Dominant



Dominant



Recessive



**tongue
folding**

Recessive



**no
folding**

Dominant

Certain abnormal recessive and dominant characters of man

شكل رقم (٦-٣)